

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2020 Б1.Б.15

(Индекс дисциплины)

Теоретическая механика

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **28** Машиноведения

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Информационные технологии в производствах и сервисе технологиче-

Профиль подготовки: ских машин

Уровень образования: бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обуче- ние	Очно-заочное обучение	Заочное обу- чение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	216		216
	Аудиторные занятия	102		28
	Лекции	34		16
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	68		12
	Самостоятельная работа	78		175
	Промежуточная аттестация	36		13
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		4
	Зачет	2		3
	Контрольная работа			3
	Курсовая работа	3		4
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		6		6

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная		2	4									
Очно-заочная												
Заочная		0,5	2,5	3								

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области исследования, моделирования и математического анализа механических производственных объектов и технологий

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть основные законы и методы классической механики.
- Раскрыть принципы функционирования механических производственных объектов.
- Показать особенности расчета равновесия и движения механических систем с конечным числом степеней свободы.
- Сформировать навыки компьютерного моделирования механических явлений.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК- 5	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Первый этап
Планируемые результаты обучения Знать: основные понятия, определения, законы и принципы статики, кинематики и динамики материальной точки и механической системы. Уметь: применять законы статики, кинематики и динамики материальной точки и механической системы для решения типовых задач теоретической механики. Владеть: методологией решения типовых задач механики материальной точки, системы материальных точек, материального тела и механической системы применительно к стандартным задачам профессиональной деятельности.		
ПК- 5	Способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Первый этап
Планируемые результаты обучения Знать: методы теоретической механики применительно к типовым задачам расчета и проектирования в машиностроении. Уметь: применять типовые методы теоретической механики к задачам расчета и проектирования в машиностроении. Владеть: навыками использования типовых методов теоретической механики применительно к задачам расчета и проектирования в машиностроении.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Кинематика			
Тема 1. Введение: основные определения и понятия теоретической механики.	2		4
Тема 2. Кинематика точки. Векторный, координатный и естественный способы задания движения точки. Основы дифференциальной геометрии кривых в пространстве. Компьютерное моделирование движения точки.	8		8
Тема 3. Классификация движений твердого тела. Кинематика поступательного движения тела.	2		4
Тема 4. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Простейшие передачи.	4		6
Тема 5. Сложное движение точки. Решение задач на сложное движение с использованием компьютерных технологий.	7		6
Тема 6. Плоскопараллельное движение твердого тела. Кинематический анализ плоского механизма с помощью компьютерных технологий.	7		6
Тема 7. Сложение вращений твердого тела. Сферическое движение тела.	4		6
Тема 8. Движение свободного твердого тела в пространстве.	3		5
Текущий контроль 1: опрос, тесты, типовые задания	1		
Учебный модуль 2. Основы динамики и статика твердого тела			
Тема 9. Аксиомы Галилея-Ньютона динамики материальной точки.	2		4
Тема 10. Теоремы динамики.	4		4
Тема 11. Уравнения равновесия твердого тела. Приведение системы сил, действующих на твердое тело, к простейшему виду. Эквивалентные системы сил. Классификация систем сил.	3		5
Тема 12. Равновесие плоской системы сил. Реакции связей. Сочлененные конструкции. Статически определенные задачи.	7		8
Тема 13. Трение скольжения и сопротивление качению.	3		4
Тема 14. Равновесие пространственной системы сил.	2		5
Тема 15. Центр тяжести.	3		5
Текущий контроль 2: расчетно-графическая работа	6		
Текущий контроль : контрольная работа			24
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		4
Учебный модуль 3. Динамика материальной точки и механической системы			
Тема 16. Основные задачи динамики точки. Основные приемы интегрирования дифференциальных уравнений движения. Численное интегрирование дифференциальных уравнений движения и моделирование движения точки с помощью компьютера.	7		6
Тема 17. Три простейшие задачи теории колебаний. Свободные гармонические колебания механической системы с одной степенью свободы, затухающие и вынужденные колебания	7		6
Тема 18. Геометрия масс.	4		4
Тема 19. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента механической системы. Динамика поступательного, вращательного и плоскопараллельного движения твердого тела. Движение сочлененных тел. Определение реакций связей. Физический маятник.	6		6
Тема 20. Работа силы. Потенциальное силовое поле.	3		5
Тема 21. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к решению задач динамики.	6		6
Тема 22. Кинетический момент и кинетическая энергия твердого тела при его сферическом движении. Приближенная теория гироскопа. Динамика свободно движущегося твердого тела.	6		3
Тема 23. Теория удара. Коэффициент восстановления. Прямой удар двух тел. Удар по вращающемуся телу. Центр удара.	6		3
Тема 24. Принцип Даламбера. Динамика относительного движения материальной точки. Главный вектор и главный момент сил инерции. Метод кинестатики.	6		6

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Текущий контроль 3: опрос, тесты, типовые задания	2		
Учебный модуль 4. Аналитическая механика			
Тема 25. Классификация связей. Голономные системы. Принцип виртуальных (возможных) перемещений. Общее уравнение динамики механической системы.	6		6
Тема 26. Уравнения Лагранжа второго рода. Консервативные системы.	6		6
Тема 27. Устойчивость равновесия и движения. Теорема Лагранжа об изолированном положении равновесия.	4		6
Тема 28. Малые колебания консервативной механической системы вблизи положения устойчивого равновесия.	7		6
Текущий контроль 4: опрос, тесты, типовые задания	2		
Промежуточная аттестация Курсовая работа	30		30
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	36		9
ВСЕГО:	216		216

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	1			2	0,5
2	2	2			2	0,5
3	2	0.5				
4	2	1			2	0,5
5	2	1			2	0,5
6	2	2			2	0,5
7	2	0.5				
8	2	0.5				
9	2	1				
10	2	2				
11	2	1			2	0.5
12	2	1				
13	2	1			2	0.5
15	2	1			2	0.5
16	3	2			3	1
17	3	2			3	1
18	3	1			3	1
19	3	1			3	1
20	3	1			3	1
21	3	1				
22	3	2			3	1
23		1			3	1
24	3	2			3	1
25	3	0.5			4	1
26	3	2			4	1
27	3	1			4	1
28	3	2			4	1
ВСЕГО:		34				16

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Исследование траектории и расчет кинематических параметров точки, движение которой задано координатным или естественным способом (практическое занятие с использованием проектора и компьютеров)	2	4			3	1
4	Исследование вращательного движения твердого тела. Расчет передач. Практическое занятие с изучением макетов механизмов	2	2			3	1
5	Расчет скорости и ускорения точки, совершающей сложное движение (практические занятия с использованием проектора и компьютеров)	2	4				
6	Расчет кинематических параметров плоской фигуры (практическое занятие с использованием проектора и компьютеров)	2	2			3	1
6	Кинематический анализ плоских рычажных механизмов (практическое занятие с использованием проектора, компьютеров, макетов механизмов)	2	2				
7	Определение скоростей и ускорений точек твердого тела, совершающего сложное вращение. Планетарные и дифференциальные передачи. Практическое занятие с изучением макетов механизмов	2	2				
10	Решение простейших задач динамики с использованием теорем динамики. Практическое занятие	2	2				
12	Равновесие плоской сходящейся и плоской произвольной системы сил. Практические занятия	2	4			3	1
12	Равновесие составных конструкций. Практическое занятие с использованием компьютеров.	2	2				
13	Решение задач на равновесие при наличии трения скольжения и сопротивления качению. Практическое занятие	2	2				
14	Решение задач на равновесие пространственных конструкций. Практическое за-	2	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	нятие с использованием макетов						
15	Определение положения центра тяжести однородного тела. Практическое занятие с использованием проектора и компьютеров	2	2				
16	Решение прямой задачи динамики материальной точки. Практическое занятие	3	2				
16	Решение обратной задачи динамики материальной точки. Практическое занятие	3	2			3	1
16	Интегрирование нелинейных дифференциальных уравнений движения материальной точки. Практическое занятие с использованием проектора и компьютеров	3	2				
17	Исследование свободных и вынужденных колебаний материальной точки. Практическое занятие	3	2			3	1
17	Исследование колебаний механической системы с одной степенью свободы с применением компьютерных технологий. Практическое занятие с использованием проектора и компьютеров	3	2				
18	Расчет координат центра масс и моментов инерции однородных тел. Практическое занятие с использованием компьютеров	3	2				
19	Решение задач динамики с применением теоремы об изменении количества движения и закона движения центра масс. Практическое занятие	3	2			3	1
	Решение задач динамики с применением теоремы об изменении кинетического момента и уравнения динамики вращательного движения тела. Практическое занятие	3	2				
20	Вычисление работы силы. Определение потенциальной энергии механической системы. Практическое занятие	3	1				
21	Применение теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциаль-	3	5			3	1

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	ной и интегральной форме. Практические занятия						
23	Расчет скоростей соударяющихся тел после удара. Практическое занятие с использованием проектора и макетов механизмов	3	2				
24	Исследование движения материальной точки относительно неинерциальной системы отсчета. Расчет реакций подшипников, несущих вращающееся тело. Практическое занятие с использованием проектора и макетов механизмов	3	2				
25	Применение принципа возможных перемещений для исследования равновесия механизмов и составных балок. Применение общего уравнения динамики для исследования движения механической системы. Практическое занятие	3	2				
26	Составление выражений для функции Лагранжа и неконсервативных обобщенных сил. Составление и решение дифференциальных уравнений Лагранжа второго рода. Практические занятия с применением проектора и компьютеров.	3	5			4	2
28	Составление и решение дифференциальных уравнений малых колебаний. Расчет собственных частот. Вынужденные колебания. Амплитудно-частотные характеристики. Практические занятия с применением проектора и компьютеров	3	5			4	2
ВСЕГО:			68				12

3.3. Лабораторные занятия
не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Цели курсовой работы: сформировать компетенции студента в области исследования функционирования механических объектов и технологий.

Задачи курсовой работы: научить студента создавать математические модели механических объектов и процессов, применять математические методы исследования полученных моделей и правильно интерпретировать результаты математического исследования.

4.2. Тематика курсовой работы

Курсовая работа включает по одному заданию по темам 16, 17, 21, 25 (задания по темам 2, 5, 6, 12 составляют РГР для студентов-очников или КР для заочников).

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально, с использованием редактора формул, графического редактора, систем компьютерной математики (MathCad, MatLab и других).

Результаты представляются в виде файлов типа docx, а также на бумажном носителе объемом 16 страниц формата А4, содержащем следующие обязательные элементы:

- Титульный лист установленного образца
- Условия заданий с рисунками

Условия заданий, алгоритмы решения заданий с рисунками, комментариями, расчетами и ответами, протоколы счета на компьютере (если это оговорено специальным условием)

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Опрос	2	1				
1	Тесты	2	1				
1	Типовые задания	2	4				
2	РГР	2	4				
1,2	Контрольная работа					3	4
3	Опрос	3	2				
3	Тесты	3	2				
3	Типовые задания	3	2				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	8			2	14
	3	14			3	40
					4	55
Подготовка к практическим занятиям	2	9			3	6
	3	13			4	6
Выполнение домашних заданий					3	24
Выполнение курсовой работы	3	30			4	30
Подготовка к зачету	2	4			3	4
Подготовка к экзамену	3	36			4	9
ВСЕГО:		114				188

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Интерактивные технологии: проблемные лекции, эвристические беседы, консенсусные беседы, лекции-визуализации.	12		8

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические занятия	Тренинги по отработке практических навыков решения задач при работе в малых группах в соревновательных режимах. Отработка техники и стиля делового общения и электронного оборота документации при отправке и редактировании домашних заданий и курсовой работы. Решение проблемных ситуаций, презентация домашних заданий и докладов	12 18 12		
Лабораторные занятия	не предусмотрены			
ВСЕГО:		42		8

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

2 семестр

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность, текущий контроль	35	2 балла за правильный ответ на вопрос; всего максимум 10 баллов. 1 балл за решенную домашнюю типовую задачу; всего максимум 20 балла. 2 балла за правильное и полное решение типового задания в аудитории; всего максимум 40 балла. 1 балл за эвристическое предложение; максимум 10 баллов. По результатам тестирования: 5 баллов за число правильных ответов теста свыше 80%, 4 – за 75-80%, 3 – за 70-75%, 2 – за 65-70%, 1 – за 60-65%. Всего 4 теста, максимум 20 баллов. Всего макс. 100 баллов
2	Расчетно-графическая работа	15	До 25 баллов за задание. Всего максимум 100 баллов
3	Сдача зачета	50	До 40 баллов за знание основных формулировок и определений. До 20 баллов за решение одного типового задания, включающее четкий алгоритм, правильный ответ и оформление согласно объявленным правилам; всего за 3 задания до 60 баллов. Всего макс. 100 баллов.
Итого (%):		100	

3 семестр

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность, текущий контроль	20	2 балла за правильный ответ на вопрос; всего максимум 10 баллов. 1 балл за решенную домашнюю типовую задачу; всего максимум 20 балла. 2 балла за правильное и полное решение типового задания в аудитории; всего максимум 40 балла. 1 балл за эвристическое предложение; максимум 10 баллов.

			По результатам тестирования: 5 баллов за число правильных ответов теста свыше 80%, 4 – за 75-80%, 3 – за 70-75%, 2 – за 65-70%, 1 – за 60-65%. Всего 4 теста, максимум 20 баллов. Всего макс. 100 баллов
2	Выполнение и защита курсовой работы	40	До 12.5 баллов за одно задание (правильное решение и исчерпывающие объяснения). Всего 8 заданий. Макс. 100 баллов.
3	Сдача экзамена	40	До 20 баллов за знание основных формулировок и определений. До 20 баллов за доказательство теоремы или предложения (всего 2 теоретических вопроса в экзаменационном билете: всего до 40 баллов). До 20 баллов за решение одного типового задания, включающее четкий алгоритм, правильный ответ и оформление согласно объявленным правилам (всего 2 задания: до 40 баллов) Всего макс. 100 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60	3 (удовлетворительно)	
40 – 50		
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
1 – 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Митюшов Е.А. Теоретическая механика [Электронный ресурс]: статика. Кинематика. Динамика/ Митюшов Е.А., Берестова С.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/92002.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Голубев Ю.Ф. Основы теоретической механики [Электронный ресурс]: учебник/ Голубев Ю.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2019. — 728 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13347.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Яковенко Г.Н. Краткий курс аналитической динамики [Электронный ресурс]/ Яковенко Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Лаборатория знаний, 2020.— 238 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/89099.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Усов, А. Г. Теоретическая механика. Опорный конспект лекций. Ч. 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие /А.Г. Усов. – СПб.: СПГУТД, 2011. – 67с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=908

б) дополнительная учебная литература

1. Красюк А.М. Теоретическая механика. Задания для расчетно-графических работ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Красюк А.М., Рыков А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018.— 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91445.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Левин В.Е. Аналитическая механика. Сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Левин В.Е., Красноруцкий Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Но-

восибирский государственный технический университет, 2017.— 28 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91320.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Маневич Л.И. Аналитически разрешимые модели механики твердого тела [Электронный ресурс]/ Маневич Л.И., Гендельман О.В.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2016.— 344 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69339.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Антипин М.И. Основы механики недеформируемого твердого тела. Кинематика и статика. Руководство к решению задач [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Антипин М.И.— Электрон. текстовые данные.— Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/90183.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Ласица А.М. Использование Matlab и GNU Octave в вычислительной физике. Часть 1 [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Ласица А.М.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2017.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78432.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Компьютерные методы решения задач по кинематике сложного движения точки и плоского движения твердого тела [Электронный ресурс] : методические указания / сост. А. Г. Усов. - СПб. : СПГУТД, 2013. - 25 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1285.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.
3. Теоретическая механика. Методика применения балльно-рейтинговой системы оценивания знаний студентов [Электронный ресурс]: для направлений 15.03.02 и 29.03.02 всех форм обучения / сост. Е. В. Полякова. - СПб. : СПГУТД, 2015. - 10 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2360.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>.
3. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: http://sutd.ru/studentam/extramural_student/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic
2. Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmс
3. Учебный комплект программного обеспечения: КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ и приложения

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Компьютеры
2. Проектор с экраном
3. Макеты механизмов и устройств, плакаты, детали машин

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрены

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами из кафедральной библиотеки электронных ресурсов по дисциплине «Теоретическая механика» и из Интернета.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины «ТМ»; • дополнение опорного конспекта лекций, извлеченного из электронной библиотеки СПГУПТД, выводами формул и пояснениями к теоретическому материалу краткого конспекта лекций, • проверка терминов, понятий и теоретических положений путем поиска ссылок, иллюстраций и анимаций в Интернете, • просмотр видеолекций в Интернете.
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для самостоятельного решения проблемы, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике; навыками работы в малых группах; развивают организаторские способности по подготовке коллективных проектов.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • подготовка ответов к контрольным вопросам, тестовым заданиям; • решение заданий из различных задачников, в том числе с расчетом на компьютере, • просмотр видеозаписей по всем темам дисциплины, решение заданий расчетно-графической и курсовой работы, решение задач по алгоритму в системе MATLAB, решение кейсов и др.
Самостоятельная работа	<p>Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; выполнения рефератов; подготовка докладов и презентаций, выполнения курсовой работы, выполнение контрольной работы; а также подготовки к контрольным работам и экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя.</p> <p>При подготовке к зачету и к экзамену необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом задания (теста, перечнем вопросов, пр.), проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя, подготовить презентацию материалов.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-5 / 1-й этап	<p>- Дает определения основных понятий и правильно воспроизводит законы статики, кинематики и динамики.</p> <p>- Решает задачи на равновесие механической системы и преобразование сил, применяет законы кинематики для определения положений, скоростей и ускорений материальной точки и материального тела, правильно использует законы и теоремы динамики для решения прямой и обратной задачи динамики.</p> <p>- Грамотно применяет рекомендуемую последовательность действий для решения типовых</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практические задания. Курсовая работа</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (28 вопросов)</p> <p>Сборник заданий, в том числе кейс-задач (около 300 задач)</p> <p>Сборник заданий для КР (8 заданий по 30 вариантов в каждом)</p>

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	задач статики, кинематики и динамики материальной точки и механической системы.		
ПК-5 / 1-й этап	<p>Характеризует методы статики, кинематики и динамики и особенности указанных методов применительно к решению типовых задач расчета и проектирования в машиностроении.</p> <p>- Использует типовые методы статики, кинематики и динамики для расчета и проектирования в машиностроении.</p> <p>- Выполняет расчеты по определению реакций в элементах конструкций, скоростей и ускорений точек и материальных тел с использованием методов статики, кинематики и динамики.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Защита курсовой работы</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (28 вопросов)</p> <p>Сборник заданий для КР (8 заданий по 30 вариантов в каждом)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
		Устное собеседование	Курсовая работа
86 - 100	5 (отлично)	<p>Обучающийся четко формулирует основные определения и законы механики. Описывает методику решения задач по каждой теме из всех разделов курса теоретической механики. Умеет формулировать проблемы и намечать пути их решения.</p> <p>Обучающийся приводит строгие математические формулировки положений теоретической механики и комментарии к ним. Умеет при необходимости доказывать теоретические предложения. Решения заданий выполняет быстро и самостоятельно, записывая их в определенном порядке с краткими комментариями.</p>	<p>Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Работа представлена в требуемые сроки</p>
75 – 85	4 (хорошо)	<p>Обучающийся в основном верно формулирует основные положения теории и описывает методику решения задач по каждой теме из всех разделов курса теоретической механики. Правильно отвечает на 80% заданных вопросов.</p> <p>Начинает и доводит до правильного ответа решения 80% тестов и типовых заданий. Приводит правильные записи формулировок положений теории. Затрудняется в их теоретическом обосновании.</p> <p>Допускает несущественные ошибки в математических расчетах.</p>	<p>Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями профессиональной области. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите</p>
61 – 74		<p>Обучающийся в основном верно формулирует основные положения теории. Правильно отвечает на 70% заданных вопросов. Знает методику решения задач по 75% тем. Начинает и доводит до правильного ответа решения 70% тестов и типовых заданий. Допускает неточности в математических формулах.</p>	<p>Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки предоставления работы к защите</p>

		Допускает несущественные ошибки в расчетах	
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Обучающийся правильно излагает суть основных определений и законов механики, отчасти на «бытовом» языке. Обучающийся способен с ошибками и с подсказками от преподавателя или интернет-сообщества решить 50-70 % предложенных ему заданий	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
40 – 50		Обучающийся правильно излагает суть основных определений и законов механики, допуская логические ошибки. Студент способен с ошибками и с подсказками решить 30-50 % предложенных ему заданий	Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками при отсутствии выводов, либо они носят описательный характер без надлежащего обоснования. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы. В ответах на вопросы наблюдаются неточности и не принципиальные затруднения.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Обучающийся пытается, но с ошибками, сформулировать основные положения теории. Не может предложить методы решения большинства предложенных ему заданий. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра. Студент формулирует условие типового задания и его основную проблему, но не может осуществить конструктивные шаги ее решения. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.
1 – 16		Обучающийся неверно излагает суть основных определений и законов механики. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра. Записи хаотичны и не дают информации о пути решения типового задания. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Содержание работы полностью не соответствует заданию.
0		Обучающийся отказывается от ответа. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра. Записи нерелевантны предложенным заданиям или вопросам. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы
40 – 100	Зачтено	Студент твердо знает материал теоретической механики, грамотно и по существу излагает его, владеет профессиональной терминологией, показывает умение работать с основной и дополнительной литературой, владение навыками применения основных методов и инструментов при решении практических задач, своевременно выполнил и защитил практические работы. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся не владеет материалом теоретической механики, профессиональной терминологией, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы, не приобрел необходимые умения и навыки, не выполнил в полном объеме практические работы, предусмотренные рабочей программой. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

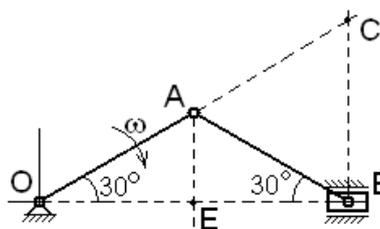
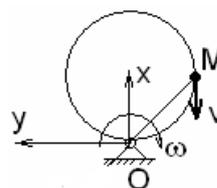
10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Что такое обобщенные координаты и число степеней свободы механической системы?	1
2	Какие условия нужно соблюсти при назначении метрической или угловой координаты?	1
3	Написать формулы, определяющие векторы мгновенной скорости и ускорения точки.	2

4	Как рассчитываются проекции ускорения точки на оси естественного трехгранника?	2
5	Какая механическая система называется абсолютно твердым телом?	3
6	Какое движение твердого тела называется поступательным?	3
7	Как определяется вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси?	4
8	Как рассчитываются величины скорости, касательного и нормального ускорений точки вращающегося твердого тела?	4
9	Что такое переносная скорость точки?	5
10	Как определяются величина и направление ускорения Кориолиса?	5
11	Как найти вектор скорости точки плоской фигуры?	6
12	Написать и объяснить формулу для расчета ускорения точки плоской фигуры	6
13	Какое движение твердого тела называется сферическим?	7
14	Как определяются углы Эйлера?	7
15	Сколько степеней свободы имеет твердое тело, совершающее произвольное движение в пространстве?	8
16	Как рассчитываются векторы скорости и ускорения точки твердого тела, свободно движущегося в пространстве?	8
17	Что такое система отсчета в классической механике? Какая система отсчета называется инерциальной?	9
18	Сформулировать третий закон Ньютона	9
19	Как определяются меры механического движения материальной точки?	10
20	Написать формулировки теорем динамики точки в дифференциальной форме	10
21	Как определяется момент вектора относительно заданного полюса?	11
22	Написать два уравнения равновесия твердого тела в векторной форме	11
23	Написать три скалярных уравнения равновесия плоской произвольной системы сил	12
24	Как рассчитывается величина и знак момента силы относительно полюса при графоаналитическом способе решения задачи статики?	12
25	Что такое угол трения?	13
26	Как определяется коэффициент сопротивления качению колеса по неподвижной направляющей?	13
27	Написать в скалярной форме 6 уравнений равновесия произвольной пространственной системы сил	14
28	Привести алгоритм графоаналитического расчета момента силы относительно заданной оси	14
29	По каким формулам рассчитываются координаты центра тяжести тела?	15
30	Сформулировать две теоремы Гюльдена	15
31	Описать постановку и процесс решения обратной задачи динамики точки	16
32	Что такое дифференциальное уравнение и что такое решение дифференциального уравнения?	16
33	Написать дифференциальное уравнение, описывающее свободные гармонические незатухающие колебания	17
34	Изобразить фазовый портрет гармонического осциллятора с линейным демпфером	17
35	Что такое центр масс механической системы?	18
36	Написать формулы для расчета центральных моментов инерции однородного стержня, тонкого обруча и диска относительно оси, перпендикулярной оси стержня или плоскости круга	18
37	Сформулировать теорему об изменении количества движения механической системы в виде закона движения центра масс	19
38	Написать уравнение динамики вращательного движения твердого тела	19
39	Дать формулу для расчета элементарной работы силы в декартовой системе координат	20
40	Описать свойства потенциального силового поля (поля, задаваемого скалярным потенциалом)	20
41	Сформулировать теорему Кёнига	21
42	Дать формулы для расчета работы постоянной силы тяжести и упругой силы, подчиняющейся закону Гука	21
43	Как рассчитывается кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной точки, с использованием матрицы инерции?	22
44	Сформулировать основную идею приближенной теории гироскопа	22
45	Что такое коэффициент восстановления?	23
46	Где находится центр удара по вращающемуся твердому телу?	23
47	Написать основное уравнение динамики точки, описывающее ее движение относительно неинерциальной системы отсчета	24
48	Как находят главный вектор и главный момент сил инерции?	24
49	Сформулировать принцип возможных перемещений в терминах обобщенных сил	25
50	Что такое общее уравнение динамики системы?	25
51	Какие механические системы называются консервативными? Привести пример такой системы	26
52	Как записываются уравнения Лагранжа второго рода для неконсервативной и консервативной механической системы?	26
53	Что такое положение равновесия механической системы? Какое положение равновесия называется устойчивым?	27
54	Сформулировать теорему Лагранжа об условии устойчивости изолированного положения равновесия	27
55	Написать разложения функций $\sin(x)$ и $\cos(x)$ в ряд Маклорена	28
56	Сформулировать частотное уравнение для линеаризованной системы дифференциальных	28

Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

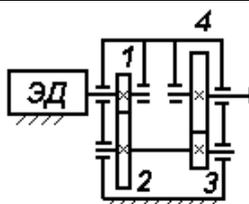
№ п/п	Формулировка задания	Ответ
1	Тема 2. Кинематика точки. Уравнения движения точки имеют вид: $x = t\sqrt{5}$, $y = 1 - 2\sin t$, $z = 2\cos t + 3$ (м). Радиус кривизны траектории равен: а) 3 м; б) 1.5 м; в) 0.5 м; г) 2.5 м.	б
2	Тема 4. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси согласно уравнению $\varphi = 2t - t^2$, Ускорение точки тела, находящейся на расстоянии 0,5 м от оси, в момент времени 1с равно: а) 2 м/с ² ; б) 3 м/с ² ; в) 1 м/с ² ; г) 0 м/с ² .	в
3	Тема 5. Сложное движение точки. Диск вращается вокруг неподвижной оси, перпендикулярной его плоскости. По ободу диска движется точка М с постоянной относительной скоростью. Кориолисово ускорение точки М: а) коллинеарно оси Ох; б) ортогонально плоскости Оху; в) равно нулю; г) коллинеарно оси Оу.	г
4	Тема 6. Плоскопараллельное движение твердого тела Рычаг <i>ОА</i> вращается с угловой скоростью ω . Мгновенный центр скоростей звена <i>АВ</i> находится: а) в точке Е; б) в бесконечности; в) в точке С; г) в точке В.	в

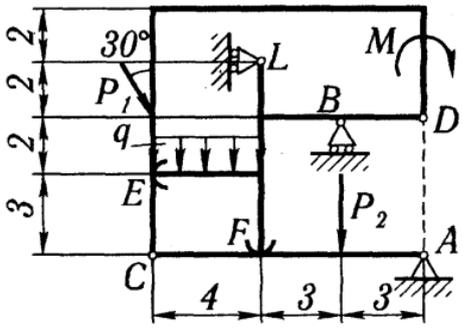
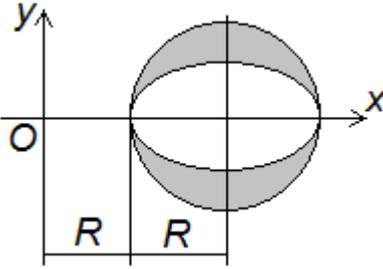
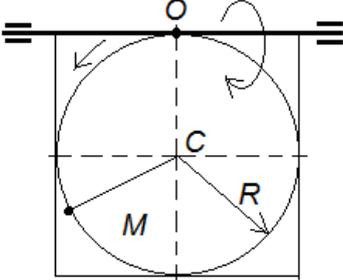
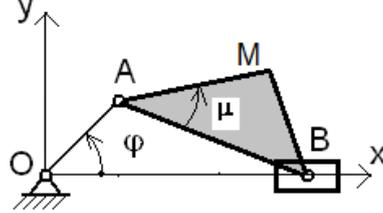


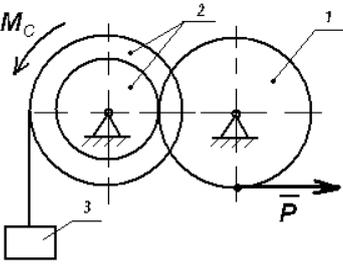
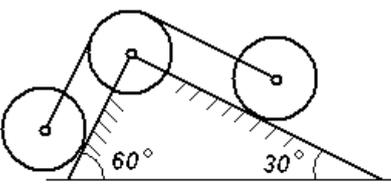
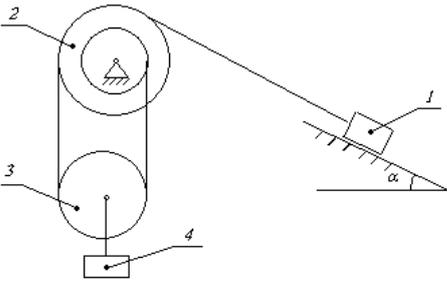
10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Тема 2 Точка движется согласно уравнениям: $X = 2\cos(t)$, $y = 2\sin(t)$, $z = 2\sin(1.5t)$. Найти скорость, ускорение точки и радиус кривизны ее траектории в момент времени $t = 2$.	Скорость $v = 4.35$, ускорение $a = 6.14$, радиус кривизны траектории $r = 3.78$.
2	Темы 3,4 Вал электродвигателя вращается со скоростью 1200 об/мин. Зубчатые колеса имеют соответственно $z_1 = 12$, $z_2 = 24$ $z_3 = 16$ и $z_4 = 48$ зубцов. Определить угловую скорость выходного вала редуктора.	200 оборотов в минуту
2	Темы 11, 12	Жесткость обеспечивает упор Е. Искомые силы (в кН):



	 <p>Определить, какой из упоров (E или F) обеспечивает жесткость конструкции. Найти силу давления работающего упора, реакции опор и усилия в промежуточных шарнирах D и C. Исходные данные: $P_1=9$ кН, $P_2=14$ кН, $M=8$ кН*м, $q=3$ кН/м. Размеры даны в метрах.</p>	$X_E = 10.63, X_C = -18.14, Y_C = -4.20$ $X_D = 33.27, Y_D = 12.0, X_L = 22.64,$ $Y_B = 24.0, X_A = -18.14, Y_A = 9.80.$
3	<p>Тема 15</p> <p>Из круга радиуса R вырезан эллипс, малая полуось которого равна R/2. Найти площадь фигуры и объем тела, образованного вращением фигуры вокруг оси Oy.</p> 	<p>Площадь $S = 0,5\pi R^2$ Объем $V = 2\pi^2 R^3$</p>
4	<p>Тема 5</p> <p>Точка M движется относительно плиты по окружности радиуса $R=0,2$ м с относительной скоростью $v_r = 0,4t$ м/с. Плита вращается вокруг неподвижной оси с угловой скоростью $\omega = 3 - 2t$ рад/с. Найти величину абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки M в момент времени 1 с, если в этот момент угол $\angle OCM$ равен 120 градусам.</p> 	<p>Абсолютная скорость $v_a = 0,5$ м/с, абсолютное ускорение $a_a = 0,95$ м/с².</p>
5	<p>Тема 6</p> <p>Параметры кривошипно-ползунного механизма: $OA = 10$ см, $AB = 40$ см, $AM = 20$ см, $\mu = 45^\circ$. Кривошип вращается согласно закону $\varphi = t^2$. Определить векторы скорости и ускорения точки M в момент времени $t = 0$ю24 с. Применить компьютерные технологии.</p> 	<p>Скорость точки M $v_M = [1.19 \ 8.50]$ см/с</p> <p>Ускорение точки M $a_M = [-20.53 \ 7.59]$ см/с²</p>
6	<p>Темы 9, 16</p> <p>В условиях отсутствия сопротивления воздуха определить, поражаема ли цель, находящаяся на высоте 100 м от орудия и на расстоянии 500 м от него, если начальная скорость снаряда 100 м/с? Если цель достижима, найти значения угла вертикальной наводки, обеспечивающие поражение цели</p>	<p>Цель достижима, поскольку находится внутри параболоида безопасности. Цель поражается настильным огнем при значении угла вертикальной наводки $\alpha=0.47$ (радиан) или навесным огнем ($\alpha=1.30$).</p>

7	<p>Тема 16</p> <p>Подводная лодка приобрела отрицательную плавучесть величиной P и стала погружаться из состояния покоя.</p> <p>Сила сопротивления воды равна $R = k v$, где v - скорость погружения, k - постоянный коэффициент. Масса лодки равна m. Определить предельную скорость погружения.</p>	<p>Предельная скорость $v_{пред} = \frac{P}{k}$</p>
8	<p>Тема 19</p> <p>К колесу 1 приложена сила $P = 7500 + 150t$ Н</p> <p>К колесу 2 приложен момент сопротивления $M_C = 600$ Нм.</p> <p>Массы тел $m_1 = 200$ кг; $m_2 = 300$ кг; $m_3 = 300$ кг. Радиусы барабана и колес $R_1 = R_2 = 0,6$ м; $r_2 = 0,4$ м; момент инерции тела 2 $i_2 = 0,5$ м. Начальные условия: $\varphi_{1,0} = 0$, $\dot{\varphi}_{1,0} = 1$. Определить движение тела 1.</p> 	<p>Закон движения $\varphi_1 = 0,03t^3 + 1,06t^2 + t$</p>
9	<p>Темы 10, 21, 24</p> <p>Катки и блок представляют собой одинаковые сплошные однородные цилиндры массой m, при этом катки движутся по наклонным плоскостям без скольжения. Определить ускорение центров тяжести катков.</p> 	<p>Ускорение равно приблизительно 0,1 g</p>
10	<p>Темы 20, 21</p> <p>Механическая система приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения тела 1 равен f. Найти скорость тела 1 в тот момент, когда пройденный им путь станет равным S. Даны массы тел, радиусы блоков, момент инерции i_2 тела 2 относительно оси его вращения (блок 3 считается сплошным диском): $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 2$ кг, $m_3 = 4$ кг, $m_4 = 6$ кг, $R_2 = 0,4$ м, $r_2 = 0,2$ м, $i_2 = 0,25$ м, $\alpha = 30^\circ$, $f = 0,2$, $S = 1,2$ м.</p> 	<p>Искомая скорость $v_1 = 2,17$ м/с.</p>

11	<p>Темы 25, 27 При каких значениях частоты ω вынуждающей силы P возможен резонанс в данной колебательной системе?</p> <p>Исходные данные: $m_1 = 80$ кг, $m_2 = 60$ кг, $c_1 = 4 \cdot 10^4$ Н/м, $c_2 = 3 \cdot 10^4$ Н/м, $c_3 = 2 \cdot 10^4$ Н/м.</p>	Резонанс наступит при совпадении частоты вынуждающей силы с одной из собственных частот системы, а именно: 20.51 рад/с, 35.88 рад/с.
----	--	--

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче (экзамена, зачета и / или защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения (экзамена, зачета и / или защиты курсовой работы)

Во время зачета все студенты группы одновременно в течение 40 минут решают типовые задания и отвечают на вопросы, касающиеся тезауруса теоретической механики. Затем проходят индивидуальные собеседования (5 мин. на человека).

Защита курсовой работы происходит в течение семестра путем электронного обмена информацией между студентами и преподавателем. Защита может завершаться итоговым собеседованием.

Экзаменационную работу все студенты группы пишут одновременно. Использование гаджетов и справочников на экзамене запрещено. Первая часть экзамена – решение двух типовых заданий – длится 60 мин. Проверка решений 20 мин. Вторая часть экзамена – ответы на вопросы теории с доказательствами выдвинутых тезисов – длится 40 мин. Проверка, комментирование записей и объявление результатов – 30 мин. Экзаменационная работа подшивается к курсовой работе.